

นวัตกรรมแบบเปิดกับโครงการวิจัยและพัฒนา ของสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

บดินทร์ สันทัด

วันที่รับ 5 ธันวาคม 2567 วันที่แก้ไข 7 พฤษภาคม 2568 วันตอบรับ 16 กรกฎาคม 2568

บทคัดย่อ

บทวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เสนอการใช้แนวคิด “นวัตกรรมแบบเปิด” (Open Innovation) ในโครงการวิจัยและพัฒนาของสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (สทป.) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และขยายขีดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีป้องกันประเทศ โดยการผสมผสานองค์ความรู้และขีดความสามารถทั้งจากภายในและภายนอกองค์กร เช่น มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย และภาคเอกชน เพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว ให้มีขีดความสามารถการแข่งขันและระดับนวัตกรรมสูงขึ้น แนวคิดนี้ช่วยลดการทำงานแบบไซโล (Silo) และเพิ่มการบูรณาการระหว่างโครงการต่าง ๆ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ตอบสนองความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศได้อย่างรวดเร็วและยืดหยุ่น พร้อมตัวอย่างการศึกษากิจการจับคู่เมทริกซ์เพื่อสร้างการบูรณาการเทคโนโลยีที่มีอยู่เข้าด้วยกันด้วย 2) วิเคราะห์การใช้เทคโนโลยีในระบบความขัดแย้งปัจจุบัน อันเป็นบริบทที่มีเรื่องเศรษฐกิจและความต่อเนื่องในห่วงโซ่อุปทานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย นอกจากนี้ บทวิเคราะห์นี้ยังระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จ เช่น การบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา (IP Management) การบูรณาการเทคโนโลยี และการสร้างความร่วมมือกับพันธมิตร ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การนำแนวคิดนวัตกรรมแบบเปิดมาใช้สามารถยกระดับศักยภาพของ สทป. ในการพัฒนายุทธโศปกรณ์ที่มีความคุ้มค่า ต้นทุนไม่สูง แต่มีประสิทธิภาพสูง ตามแนวคิด Low Technology Supremacy ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบสงครามและความขัดแย้งในปัจจุบัน มากกว่าการลงทุนการวิจัยและพัฒนาตามระบบปกติที่ต้องเริ่มจากศูนย์ ที่ทำให้ใช้เวลานานและงบประมาณสูงมาก

คำสำคัญ: นวัตกรรมแบบเปิด, การบูรณาการเทคโนโลยี, ความเหนือกว่าของเทคโนโลยีที่ต่ำกว่า, ยุทธโศปกรณ์ทางทหาร

¹ ฝ่ายวิเคราะห์เทคโนโลยีป้องกันประเทศ, สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

* ผู้แต่ง, อีเมล: bodin.s@dti.or.th

Open Innovation in the Research and Development Projects of the Defence Technology Institute

Bodin Suntud

Received 5 December 2024, Revised 7 May 2025, Accepted 16 July 2025

Abstract

This analysis aims to 1) propose the adoption of the “Open Innovation” concept in the research and development projects of the Defence Technology Institute (DTI) to enhance efficiency, reduce costs, and expand capabilities in defense technology development. By integrating knowledge and competencies from both internal and external sources—such as universities, research institutes, and private sectors—the concept seeks to upgrade existing products to achieve higher levels of competitiveness and innovation. Open Innovation mitigates siloed operations and fosters project integration, resulting in a diverse range of products that can swiftly and flexibly meet the demands of domestic and international markets. The study also demonstrates a matrix matching study to facilitate the integration of existing technologies. 2) analyze the application of technology in current conflict systems, which increasingly involve economic considerations and the continuity of supply chains. Additionally, this study identifies critical success factors, such as effective intellectual property (IP) management, the integration of technologies, and partnership building. The findings reveal that employing Open Innovation can significantly enhance DTI’s capability to develop cost-effective, high-performing defence equipment in line with the “Low Technology Supremacy” concept. This approach addresses contemporary warfare and conflict dynamics more effectively than conventional research and development methods, which often require starting from scratch and incur significant time and financial cost.

Keywords: Open innovation, Technology integration, Low technology supremacy, Military equipment

¹ Defence Technology Analysis Department, Defence Technology Institute

* Corresponding author, E-mail: bodin.s@dti.or.th

1. บทนำ

แนวคิดนวัตกรรมแบบเปิด (Open Innovation) คือ แนวคิดที่เปลี่ยนแปลงไปจากรูปแบบการสร้างนวัตกรรมแบบ “ปิด” ที่องค์กรพึงพาทรัพยากรภายในของตนเองแบบแยกกันทำหรือไซโล (Silo) จากเดิมที่มักเน้นการควบคุมเทคโนโลยี และการพึ่งพาตนเองแบบปิด ด้วยข้อจำกัดของแนวทางนี้ นวัตกรรมแบบเปิดได้เสนอรูปแบบที่ส่งเสริมให้องค์กรสามารถใช้ความรู้ทั้งจากภายในและภายนอกองค์กรอย่างสิ้นไหล ยืดหยุ่น และไม่เป็นทางการ โดยเฉพาะในยุคที่ความรู้เข้าถึงได้ง่ายและวงจรนวัตกรรมเร็วขึ้นอย่างมากกว่าในอดีต จึงเสนอแนวคิดใหม่นี้ขึ้น ทั้งนี้ แนวคิดนวัตกรรมแบบเปิดนำเสนอโดย ศาสตราจารย์เฮนรี เชสโบรห์ (Henry Chesbrough) ในปี พ.ศ. 2546 กรรมการบริหารของศูนย์พัฒนานวัตกรรมแบบเปิด สถาบันพัฒนาธุรกิจด้านนวัตกรรม มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย เบิร์กลีย์ ที่มีชื่อเสียงระดับโลก หนังสือวิชาการเรื่อง Open Innovation: Researching a New Paradigm [1]

หลักการดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลายองค์กรด้วย เพราะเป็นการใช้ “การไหลเข้าและไหลออกขององค์ความรู้โดยเจตนาตั้งใจ” เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาศักยภาพภายในและสร้างมูลค่าทางการตลาดเพิ่มเติม แนวคิดนี้สนับสนุนการใช้ประโยชน์จากไอเดียจากภายนอกจากแหล่งที่ตนเองสังกัดอยู่ โดยยังคงใช้คุณค่าจากสิ่งที่พัฒนาภายในองค์กรผ่านตัวแบบธุรกิจที่มีการจัดโครงสร้างไว้อย่างเหมาะสม โดยนวัตกรรมแบบเปิดนี้ มองการวิจัยและพัฒนาเป็นระบบเปิดที่ช่วยให้นวัตกรรมจากภายนอกสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการ หรืออาจนำไปสู่การออกสู่ตลาดผ่านการอนุญาตให้ใช้สิทธิ การร่วมทุน หรือการตั้งบริษัทแยกจากองค์กรก็ได้

นวัตกรรมแบบเปิดต่างจากนวัตกรรมแบบปิดที่มีการเน้นศักยภาพคนภายในแห่งองค์กรหรือสังกัดเดิม นวัตกรรมแบบเปิดให้ความสำคัญกับการสร้างโครงสร้างของโมเดลธุรกิจที่เชื่อมโยงแหล่งความรู้ที่หลากหลาย แนวคิดนี้ไม่ได้เน้นเพียงการจับคุณค่าจากนวัตกรรมภายในเท่านั้น แต่ยังพยายามเพิ่มศักยภาพในการรับรู้และสร้างมูลค่าจากทรัพย์สินทางปัญญาภายนอก ซึ่งถือเป็นการพัฒนาครั้งสำคัญในการทำความเข้าใจนวัตกรรมอุตสาหกรรมในยุคใหม่ด้วย

ทั้งนี้ บทวิเคราะห์นี้ได้พยายามนำแนวคิดนวัตกรรมแบบเปิด มาประยุกต์ใช้ ผ่านการใช้แนวคิดการจับคู่ระหว่างเทคโนโลยีต่าง ๆ ของ สทป. ที่มีอยู่แล้วให้ทำงานร่วมกันให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พร้อมใช้งาน และสร้างความเป็นไปได้ของการบูรณาการทางเทคโนโลยีที่แท้จริงด้วย ดังจะแสดงให้เห็นในตารางที่ 3 ในหัวข้อ 4.3

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

บทวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางเชิงกลยุทธ์ในการประยุกต์ใช้ นวัตกรรมแบบเปิดกับโครงการวิจัยและพัฒนาของสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (สทป.) โดยมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการพัฒนาเทคโนโลยีป้องกันประเทศ ผ่านการบูรณาการองค์ความรู้จากภายนอกและการต่อยอดเทคโนโลยีที่มีอยู่เดิม พร้อมทั้งมุ่งสร้างผลิตภัณฑ์ในรูปแบบแพ็คเกจ (Package) ในรูปแบบของเมทริกซ์การจับคู่เทคโนโลยีที่มีอยู่แล้วของ สทป. ที่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเน้นการออกแบบให้มีความอเนกประสงค์และเสริมศักยภาพของเทคโนโลยีที่มีอยู่ นอกจากนี้ ยังมุ่งเสริมศักยภาพทางการตลาดเพื่อเพิ่มโอกาสในการส่งออกและ

¹ Chesbrough, H. W. (2003). Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Harvard Business School Press.

ขยายขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย
ในตลาดโลกด้วยการนำเสนอนวัตกรรมในรูปแบบ
ที่ครอบคลุมและใช้งานได้อย่างสะดวก

จากการศึกษาจากเอกสารทางวิชาการของ
สถาบันวิจัย ข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น NATO
รวมถึงหน่วยงานนวัตกรรมทางทหารทั้งของสหรัฐ
และฝรั่งเศส ผู้ศึกษาค้นพบว่า นวัตกรรมแบบเปิด
ถือเป็นข้อพิจารณาที่สำคัญในการวิจัยพัฒนาและ
ในอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ ตัวอย่างการพิจารณา
ประเทศกรณีศึกษาและคุณลักษณะด้านต่าง ๆ
มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

3. แนวคิดนวัตกรรมแบบเปิดกับ สทป.

3.1 การศึกษาการประยุกต์ใช้แนวคิดนวัตกรรม
แบบเปิดด้านโครงการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

ตารางที่ 1 กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้แนวคิดนวัตกรรมแบบเปิดด้านโครงการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

งานวิชาการ	ข้อเสนอหลัก	ประเทศที่ใช้ กรณีศึกษา	กลยุทธ์ การดำเนินการ	ความท้าทาย
CEPR (2024)[2]	การปฏิรูปจากล่างขึ้นบน โดยกองทัพ และหน่วยงานวิจัยเน้นการเปิดรับนวัตกรรม นวัตกรรมจากภายนอกกระทรวงกลาโหม โดยเฉพาะ Startups การใช้นวัตกรรม แบบเปิด เปลี่ยนจากการที่รัฐ “กำหนด ความต้องการการใช้งาน” เป็น “เปิดกว้าง ให้บริษัทแนะนำไอเดีย” ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า การเปิดกว้างให้บริษัทใหม่ ๆ เสนอแนะ ไอเดียจะเกิดการรับเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ แต่วิธีการเดิม ๆ เช่น การกำหนดความต้องการ จะสร้างการล็อกสเปก เพียงเพื่อจะเป็นผู้ชนะ สัญญาในอนาคต	สหรัฐอเมริกา (กองทัพอากาศ โดยสำนักงาน US Air Force Small Business Innovation Research)	การเปิดโอกาสให้มีการแข่งขัน ที่เปิดกว้าง ไม่รวมศูนย์ มีการรับความรู้ จากพันธมิตรภายนอก และการลด ความซับซ้อนกระบวนการวิจัย	การต่อต้าน จากระบบราชการ เดิมที่ยังยึดติดกับ โครงสร้างแบบปิด ต้องใช้เวลา ในการปรับตัว
ARES Report No.60 (2020) [3]	การสร้างระบบนิเวศนวัตกรรมแบบเปิด ในภาคการป้องกันประเทศ เปรียบเทียบ วิธีการแบบเปิดกับวิธีการแบบดั้งเดิม เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือกับภาคเอกชน และสถาบันวิจัย นวัตกรรมแบบเปิดถูกใช้ เพื่อดึงดูดบุคลากรที่มีความเป็นเลิศ และขยายขอบเขตชุมชนอุตสาหกรรม ป้องกันประเทศ	ประเทศสมาชิก สหภาพยุโรป (EU) สำนักงานวิจัย พัฒนาทางทหาร ของสหรัฐ (DARPA) ห้องวิจัยทางทหาร ฝรั่งเศส และ สำนักงาน NATO Innovation Hub	การสร้างความร่วมมือกับภาคเอกชน และสถาบันวิจัย โดยใช้ระบบ การแบ่งปันทรัพยากร และการ การบริหารทรัพย์สินทางปัญญา อย่างมีประสิทธิภาพ มีการใช้ตัวกลาง (Intermediaries) เช่น หน่วยงานเพาะ ธุรกิจของบริษัทเอกชน ผู้เร่งนโยบาย ฮับ (Hub) ด้านนวัตกรรมเป็นผู้เล่นหลัก ของกรอบนโยบายนี้	ความซับซ้อน ในการบริหาร จัดการทรัพย์สิน ทางปัญญา การขาดกรอบ นโยบายที่ชัดเจน

² J. N. Cummings, S. J. Dokko, and E. E. Zuckerman, "Open innovation in U.S. defense research: The causal impact of bottom-up reforms," National Bureau of Economic Research Working Paper No. 28700, May 2021. Available: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28700/w28700.pdf

³ A. Guillou, "Open Innovation in the Defence Sector," ARES Report No. 60, Institut de Relations Internationales et Stratégiques (IRIS), July 2020. Available: <https://www.iris-france.org/wp-content/uploads/2020/07/ARES-60.pdf>

⁴ R. James, "Closing the Innovation Performance Gap: Open Innovation in Military Bureaucracies," California Management Review, vol. 66, no. 3, May 2024. Available: <https://cmr.berkeley.edu/2024/05/66-3-closing-the-innovation-performance-gap-open-innovation-in-military-bureaucracies>

ตารางที่ 1 กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้แนวคิดนวัตกรรมแบบเปิดด้านโครงการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (ต่อ)

งานวิชาการ	ข้อเสนอหลัก	ประเทศที่ใช้กรณีศึกษา	กลยุทธ์การดำเนินการ	ความท้าทาย
CMR Berkeley (2024) [4]	การใช้นวัตกรรมแบบเปิดในระบอบราชการทหารทำได้ด้วยความยากลำบาก มีกรณีศึกษาที่ทำสำเร็จมาแล้วเป็นส่วนน้อย แต่ส่วนมากจะไม่สำเร็จ แต่ก็จำเป็นต้องทำ	DARPA สหรัฐอเมริกาและสหราชอาณาจักร (Defense Science and Technology Laboratory: DSTL) และเนเธอร์แลนด์ ¹	การปฏิรูปโครงสร้างภายใน ลดการทำงานแบบไซโล และสนับสนุนการทำงานร่วมกับพันธมิตรภายนอก เช่น มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย และบริษัทเทคโนโลยี การทำงานร่วมกันในลักษณะนี้ช่วยให้การพัฒนาเทคโนโลยีมีความรวดเร็วขึ้นและลดเวลาในการเข้าสู่ตลาดด้วย	การรักษาความลับ การปกป้อง ข้อมูลสำคัญ การปรับตัว ระบบราชการ การพึ่งพา กระบวนการภายในที่ซับซ้อน และปัญหา 3 ข้อ คือ Political Misfit, Cultural Misfit, และ Technical Misfit ²
Airpower Journal (2024) [5]	เทคโนโลยีสองทาง (Dual-use) เช่น AI หุ่นยนต์ Big Data เทคโนโลยีที่สำคัญมากขึ้นในการตอบสนองต่อภัยคุกคามที่เปลี่ยนแปลงในยุคดิจิทัล การสร้างความร่วมมือที่แข็งแกร่งระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ ทำได้โดยให้ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมตั้งแต่เริ่มโครงการในฐานะผู้สร้างร่วม โดยไม่ผ่านคนกลาง ผู้ใช้และผู้สร้างมีปฏิสัมพันธ์แนบราบ ไม่เน้นความเป็นทางการ แล้วกลับมาซื้อผลิตภัณฑ์นั้นหลังโครงการเสร็จสิ้น	รัฐใน NATO จัดตั้ง NATO Hub เพื่อสร้าง Pool of researchers จากรัฐสมาชิก, ประเทศฝรั่งเศส ² หรือ Thales ที่จัดตั้งศูนย์ บ่มเพาะเทคโนโลยี และศูนย์เร่งการพัฒนา สำหรับ Cyber security ขึ้น	ต้องสร้างกลไกใหม่ เพื่อปฏิสัมพันธ์กับผู้มีส่วนร่วมนอกวงกว้างกว่าเดิม เช่น ศูนย์บ่มเพาะ หน่วยเร่งการเติบโต นวัตกรรม การส่งเสริมสถาปัตยกรรม เปิดจะช่วยให้รวมเทคโนโลยีสองทางเข้ากับโครงการทางทหารที่มีประสิทธิภาพ โดยต้องปรับกรอบการจัดซื้อจัดจ้างที่กำหนดข้อกำหนดการใช้งานให้กว้างกว่าเดิม	วัฒนธรรมองค์กร ต้องใช้การปรับตัว จากระบบปิด ไปสู่ระบบเปิด อาศัย การเปลี่ยนแปลง ด้านวิธีคิดและทัศนคติของผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ ในองค์กร ซึ่งต้องพร้อมที่จะรับฟังความคิดเห็น จากภายนอก

¹ หน่วยงานความมั่นคงของประเทศเนเธอร์แลนด์ได้รับเอานวัตกรรมแบบเปิดมาใช้แล้วในปี 2016 จนเป็นโครงการ Netherland Radar Country ที่หมายถึงความร่วมมือภาครัฐและเอกชนที่ดำเนินการสำเร็จด้วยการส่งผ่านองค์ความรู้จากภาคราชการไปยังผู้ผลิตอุปกรณ์ดั้งเดิมได้ กระทรวงกลาโหมกลับมาซื้อผลิตภัณฑ์เรดาร์กลับไปใช้ด้วย

² 1. Political Misfit ระบบราชการทหารมีโครงสร้างอำนาจที่รวมศูนย์และลำดับขั้นที่ชัดเจน การเปิดรับนวัตกรรมจากภายนอกอาจขัดแย้งกับโครงสร้างการตัดสินใจแบบรวมศูนย์ และอาจเกิดความเสี่ยงต่อความปลอดภัยและอำนาจของผู้บริหาร
2. Cultural Misfit วัฒนธรรมองค์กรทหารมักมีแนวโน้มไปทางอนุรักษ์นิยม และให้ความสำคัญกับการปฏิบัติตามมาตรฐานมากกว่าการสำรวจสิ่งใหม่ แนวคิด "Not-Invented-Here Syndrome" (ไม่ใช่สิ่งที่เราคิดค้น) จึงอาจเป็นอุปสรรคต่อการนำนวัตกรรมจากภายนอกมาใช้
3. Technical Misfit ความกังวลเกี่ยวกับการสูญเสียข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญไปสู่บุคคลหรือองค์กรที่ไม่พึงประสงค์หรืออริราชศัตรู รวมทั้งการปกป้องทรัพย์สินทางปัญญามากเกินไป ซึ่งส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลและเป็นอุปสรรคต่อการทำงานร่วมกับพันธมิตรภายนอก

³ โดยสำนักงาน Defence Innovation Agency กระทรวงกลาโหมฝรั่งเศส เพื่อจัดตั้ง Red Team Program ร่วมกับนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ภัยคุกคามในอนาคต ด้วยวิธีการคิดจินตนาการแบบนอกกรอบจากเดิม

จากการศึกษาวิจัยทั้ง 4 ชิ้นงานนั้น ผู้เขียนพบว่า นวัตกรรมแบบเปิดนับเป็นแนวคิดสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาเทคโนโลยีป้องกันประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงที่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเปิดรับความรู้จากภายนอกองค์กร เช่น มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย และภาคเอกชน ทำให้องค์กรสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ลดเวลาในการพัฒนา เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ และเพิ่มโอกาสในการเข้าสู่ตลาด การใช้นวัตกรรมแบบเปิด ยังช่วยลดปัญหาการทำงานแบบไซโลภายในระบบราชการทหาร (ที่จริง ๆ แล้วเป็นไซโลทุกประเทศ) โดยสนับสนุนการทำงานข้ามหน่วยงานและเสริมสร้างความร่วมมือกับพันธมิตร อย่างไรก็ตาม ความท้าทายที่สำคัญคือการต่อต้านจากระบบราชการแบบดั้งเดิม ซึ่งมักยึดติดกับโครงสร้างที่เน้นการควบคุมภายใน การบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา (IP Management) ก็เป็นอีกหนึ่งปัญหาที่พบ เนื่องจากการแบ่งปันความรู้ และทรัพยากรระหว่างองค์กรต้องมีกรอบนโยบายที่ชัดเจน เพื่อป้องกันการสูญเสียสิทธิ์ทางปัญญา นอกจากนี้ การเปลี่ยนไปใช้แนวทางนวัตกรรมแบบเปิดยังต้องการการปฏิรูปเชิงโครงสร้างภายในองค์กรและการสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการบูรณาการเทคโนโลยีและการทำงานร่วมกันข้ามภาคส่วน ซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถทางการทหารและสนับสนุนการพัฒนานวัตกรรมในระยะยาวอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ งานวิจัยเหล่านี้ เน้นให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับตัวและเปลี่ยนแปลงเชิงกลยุทธ์ในภาคการป้องกันประเทศ หากต้องการใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมแบบเปิดอย่างเต็มที่และสามารถแข่งขันในระดับนานาชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างในหัวข้อต่อไป จะเป็นการจับคู่เมทริกซ์ของเทคโนโลยีของ สทป. เพื่อทดสอบว่าแนวคิดนวัตกรรมแบบเปิด จะนำไปใช้ได้กับบริบทใดบ้าง

3.2 การวิเคราะห์เชิงระบบด้วยการจับคู่เมทริกซ์ โครงการวิจัยและพัฒนาของ สทป.

ในการวิเคราะห์จะใช้การจัดทำเมทริกซ์ 2 มิติ โดยใช้ยุทธโธปกรณ์แต่ละประเภทเป็นแกนทั้งแนวนอนและแนวตั้ง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการบูรณาการและจับคู่ยุทธโธปกรณ์เหล่านี้ การวิเคราะห์ จะพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเข้ากันได้ของระบบ ขีดความสามารถในการบูรณาการ ข้อจำกัดทางเทคนิค แล้วทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการบูรณาการ ยุทธโธปกรณ์แต่ละคู่ โดยพิจารณาความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability) และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผสมผสานเทคโนโลยี

ตารางที่ 2 เป็นการแสดงให้เห็นถึงโอกาสการพัฒนาเทคโนโลยีของโครงการวิจัยและพัฒนา ที่มีอยู่ของ สทป. เพื่อตอบสนองทั้งศักยภาพทางขีดความสามารถด้านการทหารและศักยภาพทางธุรกิจ ไปจนถึงการส่งออกได้ ข้อมูลในตารางสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการของสถาบันเทคโนโลยี ป้องกันประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งเน้นการเชื่อมโยงเทคโนโลยีที่หลากหลาย เพื่อให้เกิด แพ็กเกจผลิตภัณฑ์ที่มีความสามารถหลากหลายในการใช้งาน เช่น สิ่งที่น่าจะดำเนินการเป็นลำดับแรก เพราะมีโครงการเดียวที่ได้รับการรับรองมาตรฐานไปแล้ว และอยู่ในศักยภาพที่ดำเนินการต่อไปได้ทันที คือ การนำระบบ ยานเกราะล้อยาง ระบบอากาศยานไร้คนขับ หรือระบบจรวดหลายลำกล้อง มาผสมกันเป็นแพ็กเกจการใช้งานเดียวที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการด้านการป้องกันประเทศได้ครบถ้วน และแม้ว่าขีดความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเดี่ยว สำเร็จรูปของ สทป. อาจจะยังเกินขีดความสามารถของบุคลากรภายใน สทป. แต่สามารถใช้แนวคิดนวัตกรรมแบบเปิดเพื่อให้องค์กรภายนอก ไม่ว่าจะเป็นภาคเอกชนหรือสถาบันการศึกษา รั่วภัยวิจัยที่ สทป. ยังไม่สามารถดำเนินการได้ ให้เป็นความจริงขึ้นมาได้ด้วย

ตารางที่ 2 โอกาสการบูรณาการเทคโนโลยีโครงการวิจัยและพัฒนาที่มีอยู่ของ สทป.

โครงการต่างๆ	อากาศยานไร้คนขับ	ยานเกราะล้อยาง	เรือเนกประสงค์เพื่อความมั่นคงทางทะเล	จรวดหลายลำกล้อง DTI-1/DTI-1G/DTI-2
อากาศยานไร้คนขับทั้งปีกตรึง ปีกหมุน และ Hand Launch		สามารถพัฒนาให้ยานเกราะล้อยางแบบต่าง ๆ มีแท่นปล่อย (Launcher) UAV ขณะเดินทางได้ โดยขายเป็นแพ็คเกจได้ [6]	สามารถพัฒนาให้เรือเนกประสงค์สามารถปล่อย (Launch) UAV ในทะเลได้ โดยขายเป็นแพ็คเกจได้ [7]	สามารถขายอากาศยานไร้คนขับพร้อมระบบจรวดเพื่อทดแทนผู้ตรวจการณ์หน้าและทำการชี้เป้าหมายการยิงจรวดด้วยเลเซอร์ [8]
ยานเกราะล้อยาง 8x8 / รถฐานยิง จลก.31 / รถฐานยิงจรวดหลายลำกล้องอเนกประสงค์			เรือเนกประสงค์บรรทุกรถทางทหารบางชนิดเพื่อลาดตระเวนต่อบนฝั่งได้ เช่น 4x4 หรือ 8x8 เป็นต้น โดยขายเป็นแพ็คเกจได้ [12]	ดำเนินการไปแล้วคือ รถฐานยิง จลก.31 ที่ สทป. ปรับปรุงสามารถติดตั้งจรวด 122 มม. ของ สทป. โดยขายเป็นแพ็คเกจได้ [13]
เรือเนกประสงค์เพื่อความมั่นคงทางทะเล				ติดตั้งจรวด 122 มม. บนเรือเนกประสงค์ของ สทป. ได้ [17]
จรวดหลายลำกล้อง DTI-1 / DTI-1G / DTI-2				
ระบบเครื่องช่วยฝึกและระบบเสมือนจริงหุ่นยนต์เก็บกู้				
วัตถุระเบิดปืนเล็กและปืนพก				
WMI กระสุน 30 มม.				
(ปืนเรือและ BTR)				
สีดำ ไม่สามารถดำเนินการได้ เพราะเป็นเทคโนโลยีแบบเดียวกัน	สีแดง ไม่สามารถดำเนินการได้ เพราะไม่สามารถเข้ากันได้	สีเหลือง มีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการได้ โดย สทป. กระทรวงกลาโหมหรือภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ	สีเขียว ดำเนินการไปแล้ว สำเร็จแล้ว กำลังใช้งานอยู่	สีส้ม มีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการได้ แต่ต้องอาศัยความช่วยเหลือทางเทคนิคหรือการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศบางส่วน

ระบบเครื่องช่วยฝึก และระบบเสมือนจริง	หุ่นยนต์เก็บกู้ วัตถุระเบิด	ปืนเล็กและ ปืนพก WMI	กระสุน 30 มม. (ปืนเรือและ ยานเกราะล้อยาง)
สามารถจัดทำ Training Simulator สำหรับอากาศยาน ไร้คนขับ ของ สทป. ได้ โดยขยายเป็นแพ็คเกจได้ [9]	สามารถพัฒนาให้หุ่นยนต์ สามารถปล่อย (Launch) UAV ได้ หรือให้อากาศ ยานไร้คนขับสามารถบรรทุก หุ่นยนต์ในฐานะ Payload โดยขยายเป็นแพ็คเกจได้ [10]	สามารถพัฒนา ให้อากาศยานไร้คนขับ สามารถยิงอาวุธปืนพก หรือปืนเล็กยาวได้ โดยขยายเป็น แพ็คเกจได้ [11]	
สามารถจัดทำ Training Simulator สำหรับการขับชี ยานรบทางบก ของ สทป. ได้ โดยขยายเป็น แพ็คเกจได้ [14]	สามารถนำหุ่นยนต์เก็บกู้ วัตถุระเบิดติดตั้งภายใน รถยานเกราะล้อยาง เพื่อช่วยปฏิบัติงาน โดยขยายเป็นแพ็คเกจได้ [15]		สามารถขยายยานเกราะล้อยาง พร้อมกระสุน 30 มม. แบบ 165 โดยขยายเป็น แพ็คเกจได้ [16]
สามารถจัดทำ Training Simulator สำหรับเรือเนกประสงค์ ของ สทป. ได้ [18]	สามารถนำหุ่นยนต์เก็บกู้ วัตถุระเบิดติดตั้ง ภายในเรือเนกประสงค์ เพื่อช่วยปฏิบัติงาน [19]		สามารถขยายกระสุน 30 มม. แบบ 173 ที่ใช้กับปืนเรือ [20]
สามารถจัดทำ Training Simulator สำหรับรถยิงจรวด แบบต่าง ๆ ของ สทป. ได้ [21]			
	สามารถจัด Training Simulator ของหุ่นยนต์เก็บกู้วัตถุระเบิด ของ สทป. ได้ [22]	สามารถจัดทำ Training Simulator สำหรับปืนเล็กและปืนพก ของ WMI ได้ [23]	สามารถจัดทำ Training Simulator สำหรับการยิงกระสุน 30 มม. ได้ [24]
		พัฒนาให้หุ่นยนต์ สามารถติดตั้ง อาวุธปืนเล็ก ที่ควบคุมการยิง	

จะเห็นได้ว่า การใช้นวัตกรรมแบบเปิดในกรณีนี้ จะช่วยให้ สทป. สามารถเข้าถึงความรู้จากภายนอกได้อย่างยืดหยุ่น ไม่ว่าจะเป็นจากสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัย หรือพันธมิตรทางธุรกิจ เพื่อเพิ่มความหลากหลายของเทคโนโลยีที่สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ การนำเอาแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ยังช่วยให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้อย่างรวดเร็ว ลดเวลาและต้นทุนในการพัฒนา ขณะเดียวกันยังช่วยเพิ่มโอกาสในการเข้าสู่ตลาดใหม่ ๆ

นอกจากนี้ การสร้างแฟ้มเกจที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบทำให้ผลิตภัณฑ์ของ สทป. มีศักยภาพสูง และมีความยืดหยุ่นในการใช้งานในสถานการณ์ต่าง ๆ มากขึ้น ซึ่งตรงกับแนวคิดของนวัตกรรมแบบเปิดที่เน้นการบูรณาการองค์ความรู้จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรม โดยสามารถเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และขยายช่องทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เหล่านั้นได้

3.3 ตัวอย่างโครงการจากการจับคู่เมทริกซ์

บทวิเคราะห์ในข้อ 4.2 ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้เมทริกซ์การจับคู่เพื่อสร้างการบูรณาการระหว่างเทคโนโลยีต่าง ๆ ของโครงการต่าง ๆ ใน สทป. โดยเปลี่ยนการพัฒนาแบบแยกส่วนให้เป็นระบบที่ต่อเนื่องและเชื่อมโยงกันอย่างลงตัว การจับคู่เทคโนโลยีนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้งานในภาคปฏิบัติ ลดความซ้ำซ้อนและปัญหาทางเทคนิค เปิดโอกาสให้กับโจทย์วิจัยใหม่ ๆ โดยเฉพาะการทำหน้าที่เป็น System Integrator เพื่อเชื่อม Standard Platforms ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน การดำเนินการนี้ได้เพิ่มความเร็วในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยแนวคิดนี้ยังช่วยเปิดพื้นที่ให้กับการใช้ทรัพยากรภายนอกและความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญหลายสาขา ทำให้เกิดการพัฒนาที่นอกกรอบเดิม ๆ ซึ่งไม่เพียงแต่ตอบสนองต่อความต้องการในสถานการณ์ปัจจุบัน แต่ยังพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3 ตัวอย่างโครงการจากการจับคู่เมทริกซ์โครงการเทคโนโลยีป้องกันประเทศของ สทป.

โครงการบูรณาการ	การใช้งานทางยุทธการและความมั่นคง	ความเป็นไปได้ของโครงการ	เทคโนโลยี/ วิธีการที่ต้องจัดหา/พัฒนา เพื่อบูรณาการจากขีดความสามารถภายใน/นอก สทป.
ยานเกราะล้อยาง/ อากาศยานไร้คนขับ	ภารกิจลาดตระเวนหาข่าว ภารกิจการเข้าตีที่มั่นคง ดัดแปลงแข็งแรง สามารถใช้กับการกิจของหน่วยทหารราบพื้นฐานได้	มีความเป็นไปได้สูง ขีดความสามารถภาคเอกชนและภาคการศึกษา มีเพียงพอ	- ระบบแรหรือแท่นยิง (Mounting System) ที่ออกแบบมาให้ติดตั้ง UAV บนยานเกราะล้อยาง โดยต้องคำนึงถึงการยึดติดที่มั่นคง - ระบบเชื่อมต่อข้อมูลและการสื่อสารระหว่างยานเกราะและ UAV เพื่อให้ข้อมูล Real-Time - ระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ (Autonomous Flight Control) เพื่อช่วยให้ UAV สามารถทำงานร่วมกับยานเกราะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3 ตัวอย่างโครงการจากการจับคู่เมทริกซ์โครงการเทคโนโลยีป้องกันประเทศของ สทป. (ต่อ)

โครงการบูรณาการ	การใช้งาน ทางยุทธการ และความมั่นคง	ความเป็นไปได้ ของโครงการ	เทคโนโลยี/วิธีการที่ต้อง จัดหา/พัฒนา เพื่อบูรณาการ จากขีดความสามารถ ภายใน/นอก สทป.
เรือเนกประสงค์/ อากาศยานไร้คนขับ 	ภารกิจการลาดตระเวนหาข่าว ภารกิจการค้นหายกเรือ น้ำมันรั่วกลางทะเล ภารกิจการป้องกันและ ปราบปรามโจรสลัด และค้นหาผู้ประสบภัย ทางทะเลได้	มีความเป็นไปได้สูง ขีดความสามารถ ภาคเอกชนและ ภาคการศึกษา มีเพียงพอ	- การออกแบบลานจอด UAV ขนาดเล็กบนเรือ รวมถึงขาจับไฟฟ้า (Electrical Landing Gear) ที่สามารถยึดจับ UAV ได้ - ระบบควบคุมการบินและการนำทางของ UAV ที่สามารถใช้งานในทะเลและสภาพอากาศ ที่ไม่เอื้ออำนวย
อากาศยานไร้คนขับ/ หุ่นยนต์เก็บกู้วัตถุระเบิด 	ภารกิจการเก็บกู้วัตถุระเบิด ที่ต่อระยะการปฏิบัติงาน ที่เดิมที่เป็นพื้นที่ EOD Robot เข้าไม่ถึง โดยสามารถ วางกำลังได้ทุกสนามอุปสรรค ทั้งขาเข้าและขาออก ทั้งยังประหยัดแบตเตอรี่ให้กับ EOD Robot ด้วย	มีความเป็นไปได้ ระดับปานกลาง อาจมีความท้าทายบ้าง จาก payload ของ UAV ที่รับน้ำหนักได้ ไม่มากนัก (เพราะ ต้องขึ้น-ลง พื้นที่แคบ) ต้องสอดคล้องกับน้ำหนัก หุ่นยนต์ ต้อง balance การใช้งานให้ดี	- ระบบควบคุมการวางแผนและการเรียกคืนหุ่นยนต์ ผ่าน UAV โดยใช้การส่งงานระยะไกล - กล้องติดตั้งการทำงานของหุ่นยนต์บน UAV
อากาศยานไร้คนขับ/ อาวุธปืนประจำกาย 	ภารกิจโคจรติดอาวุธที่แท้จริง ลดการสูญเสียกำลังพลในพื้นที่ เสี่ยงภัย ที่โดรนขนาดใหญ่ยาก แก่การเข้าถึง เช่น ถนน หรือ ซอยเล็กๆ รวมทั้งสามารถ ป้องปรามการกระทำ ผิดกฎหมายได้	มีความเป็นไปได้ ระดับปานกลาง ในปัจจุบันอาจจะต้อง พึ่งพาเทคโนโลยี บางส่วนผ่านการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี จากต่างประเทศ	- การยิงแต่ละนัด UAV มีแรงสะท้อนถอยหลัง จึงต้องมี stabilizer เพื่อรักษาเสถียรภาพ ของ UAV สทป. อาจร่วมมือกับ ST Kinetics ที่วิจัยเรื่องนี้สำเร็จแล้วให้ใช้ software นี้ได้ - ระบบเลเซอร์สำหรับช่วยเล็งเป้าหมาย (Laser Targeting System) - ระบบลั่นไกปืน (triggering system)
เรือเนกประสงค์ หรือ ยานเกราะล้อยาง/ โครงการจรวด 122 มม. 	ภารกิจโจมตีเรือผิวน้ำและที่มั่น บนบกยกพลขึ้นบก เป็นเรือ สะเทินน้ำสะเทินบกไร้คนขับ ที่ติดตั้งจรวด 122 มม. ของยูเครน ชื่อ Sea baby Uncrewed Surface Vessel (USV) ที่ใช้ในสมรภูมิจริง กับรัสเซียมาแล้ว	มีความเป็นไปได้ ปานกลาง เพราะหาก ติดตั้งจรวด 122 มม. บนเรือขนาดเล็ก ไร้คนขับก็สามารถ ลดความกังวล กับความเสี่ยง ของกำลังพลได้	- ระบบแท่นยิงจรวด (Rocket Launcher System) ที่สามารถติดตั้งบนเรือหรือ ยานเกราะได้ - ระบบนำทางอัตโนมัติสำหรับเรือสะเทินน้ำ สะเทินบกเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการยกพล และโจมตี - ระบบควบคุมการยิงระยะไกล (Remote Firing Control System) ที่ปลอดภัยต่อ กำลังพล - ระบบ water jets เพื่อความคล่องแคล่ว ในการเคลื่อนที่ในน้ำ

ตารางที่ 3 ตัวอย่างโครงการจากการจับคู่เมทริกซ์โครงการเทคโนโลยีป้องกันประเทศของ สทป. (ต่อ)

โครงการบูรณาการ	การใช้งานทางยุทธการและความมั่นคง	ความเป็นไปได้ของโครงการ	เทคโนโลยี/ วิธีการที่ต้องจัดหา/พัฒนา เพื่อบูรณาการจากขีดความสามารถภายใน/นอก สทป.
อากาศยานไร้คนขับ/ระบบ AI (hardware+ software) (เสนอโดย นายธนรัตน์ ธนะสมบูรณ์ STA3)	ภารกิจทางทหาร, ภารกิจเพื่อมนุษยธรรมเป็นโดรนกล้อง AI ที่ให้จำภาพลักษณ์ของทุ่นระเบิดแต่ละแบบก่อน (learning) แล้วจึงไปวางกำลังตรวจจับในสนามทุ่นระเบิดจริง เพื่อลดการเคลียร์สนามทุ่นระเบิดด้วยการใช้คนหรือยานพาหนะที่มีความเสี่ยงและดำเนินการได้ช้ากว่า	มีความเป็นไปได้ปานกลาง ปัจจุบันกล้องติดโดรนถือว่าละเอียดและกำลังสูงที่สูงขึ้น สามารถตรวจจับสนามทุ่นระเบิดในพื้นที่กว้างได้ในระยะเวลาสั้น หลีกเสี่ยงเส้นทางหรือวางแผนการทำลายทุ่นระเบิดได้	- ระบบ Software AI ที่ใช้สามารถใช้ได้หลากหลาย เช่น YOLO (You Only Look Once), Detectron2, TensorFlow Object Detection API อันเป็น software ที่มีใช้ในตลาดทั่วไปอยู่แล้ว - กล้องติดโดรนความละเอียดสูงที่มีระบบซูมและตรวจจับอัตโนมัติ - ระบบการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ที่สามารถจำภาพทุ่นระเบิดและทดสอบในพื้นที่จริง - ระบบฝึกอบรมแบบเสมือนจริง (Virtual Training Environment) เพื่อให้กำลังพลฝึกซ้อม เพราะยังมีการใช้งานที่ยากลำบากและไม่คุ้นเคย
ทุก weapon systems ต้องมี simulation	ภารกิจเพื่อการเตรียมกำลังพลในการปฏิบัติงานจริง การใช้ simulation ของระบบอาวุธ จะช่วยให้กำลังพลได้มีการปฏิบัติใช้งานมีความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติงานจริง สร้างความประหยัดต่ออัตราการใช้สมรรถนะในการซ้อมรบ และการฝึกเพื่อแก้ไขข้อขัดข้องในการยิงได้ด้วย	มีความเป็นไปได้สูงมาก เพราะปัจจุบัน สทป. มีขีดความสามารถในการให้บริการเครื่องจำลองยุทธ์ของการยิงอาวุธประจำกายอากาศยานไร้คนขับ และยานรบทางบกแล้ว สทป. สามารถต่อยอดไปยังโครงการเรืออเนกประสงค์โครงการจรวด และอื่นๆ ได้ทันที	- Software ด้านระบบเสมือนจริงที่ สทป. มีใช้งานอยู่แล้ว

ตารางที่ 3 ตัวอย่างโครงการจากการจับคู่เมทริกซ์โครงการเทคโนโลยีป้องกันประเทศของ สทป. (ต่อ)

โครงการบูรณาการ	การใช้งานทางยุทธการและความมั่นคง	ความเป็นไปได้ของโครงการ	เทคโนโลยี/ วิธีการที่ต้องจัดหา/พัฒนา เพื่อบูรณาการจากขีดความสามารถภายใน/นอก สทป.
เรือเนกประสงค์ติดตั้งเครื่องยิงลูกระเบิดขนาด 60 มม./120 มม. ที่หัวเรือ  	ภารกิจปฏิบัติการตามลำน้ำสามารถอำนาจกำลังยิงของหน่วยรักษาความสงบเรียบร้อยตามลำแม่น้ำโขงหรือ นรข. ที่มีภารกิจป้องกันปราบปรามการกระทำผิดกฎหมาย⁴	มีความเป็นไปได้สูงมาก เพราะเป็นเทคโนโลยีเก่าที่มีใช้มาตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่ 2 และสงครามเวียดนามมาแล้ว แต่ยังมีความต้องการใช้งานอยู่ เพราะชายแดนไทยมีลำน้ำโขงยาวหลายร้อยกิโลเมตร	- ต้องมี UAV เพื่อตรวจตำแหน่งและจุดก่อนทำการยิงหวังผล - เครื่องยิงลูกระเบิดต้องเป็นเครื่องยิงลูกระเบิดอัตโนมัติ - แท่นติดตั้งต้องเป็น modular recoil mitigation mount ที่รองรับแรงสะท้อนถอยหลังที่ส่งผลน้อยต่อเสถียรภาพของเรือ - ต้องมีระบบเลเซอร์ช่วยเล็งและระบบวัดระยะด้วย GPS เพื่อความแม่นยำในการยิง - อาจต้องใช้ซอฟต์แวร์ CAD สำหรับการออกแบบแท่นยิงและการวางแผนการติดตั้ง - สามารถบูรณาการผลิตภัณฑ์ของ สทป. (เรือเนกประสงค์) และเครื่องยิงลูกระเบิดขนาด 60 มม. ที่โรงงานของกองทัพบกหรือสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม มีขีดความสามารถอยู่แล้ว

สีเขียว

มีความเป็นไปได้สูง สามารถดำเนินการได้รวดเร็ว/ ขีดความสามารถของ สทป. หรือหน่วยงานในประเทศ มีเพียงพอ/ ใช้งบประมาณไม่มากนัก

สีเหลือง

มีความเป็นไปได้ปานกลาง สามารถดำเนินการได้แบบจำกัดหรือมีเงื่อนไขบ้าง/ อาจจะต้องพึ่งพาการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือความช่วยเหลือทางเทคนิคจากภายนอก/ อาจจะใช้ระยะเวลาที่นาน/ อาจจะใช้งบประมาณที่ในระดับหนึ่งจึงจะดำเนินการได้

⁴ 1. ภาพด้านบน มาจากคู่มือราชการสนามของกองทัพเรือสหรัฐในปี 1945 เรื่อง 60-MM Mortar M2 for Shipboard ที่เดิมเป็นเอกสารปกปิด แต่ปัจจุบันเกิน 50 ปี ได้รับการเปิดเผยสู่สาธารณะแล้ว และในกองทัพบกและกองทัพเรือหลายประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ก็ยังมีเรือที่มีลักษณะเช่นนี้ใช้ปฏิบัติงานอยู่ ส่วนภาพด้านล่าง เป็นเรือ Mortar Vessel ของบริษัท Patria ที่ผลิตเครื่องยิงลูกระเบิดวิถีโค้งที่ยิงไกลกว่า 60 มม. ชื่อ Patria NEMO ขนาด 120 มม. ที่เป็นป้อมที่ควบคุมจากระยะไกลเรือนี้เป็นเรือที่ผลิตโดยบริษัท Patria ของประเทศฟินแลนด์ และถูกสั่งซื้อโดยกรมอุตสาหกรรมป้องกันประเทศของสวีเดนเข้าประจำการในกองทัพเรือราชอาณาจักรสวีเดนเมื่อปี 2024 นี้

2. โดยแม้จะดูเหมือนเป็นอาวุธสมัยโบราณ แต่ความต้องการการใช้งานยังมีอยู่อย่างต่อเนื่อง เพราะภัยคุกคามยังไม่ได้เปลี่ยนไป ดังรายละเอียดของเรือ Patria NEMO Mortar System ที่กล่าวไปแล้ว

4. บทวิเคราะห์การใช้เทคโนโลยีต่อ ความขัดแย้งในปัจจุบัน: มุมมอง เชิงปริมาณและความได้เปรียบ จากเทคโนโลยีต้นทุนต่ำ⁵

ในบริบทสถานะแวดล้อมของประเทศกำลังพัฒนา ด้วยสถานะแวดล้อมทางวัฒนธรรม ระบบเศรษฐกิจ สังคม และขีดความสามารถทางอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องที่มีอยู่อย่างจำกัด การประยุกต์ใช้แนวคิดนวัตกรรมแบบเปิด (Open Innovation) อาจจะยังทำงานได้ไม่เต็มที่ แม้ว่าจะยังไม่สามารถทำให้เกิดการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดด (Technological Breakthrough) ได้แบบประเทศตะวันตก ที่ได้ทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและขีดความสามารถอย่างต่อเนื่องของตลาดอาวุธตลอดหลายทศวรรษที่ผ่านมา เช่น โครงการเครื่องบินขับไล่รุ่นที่ 5 เรดาร์ทางทหารขั้นสูง จรวดพิสัยข้ามทวีป เรือดำน้ำนิวเคลียร์สมรรถนะสูง หรือแม้กระทั่งระบบพลังงานทางตรง (Directed Energy) ซึ่งการครอบครองเทคโนโลยีขั้นสูงเหล่านี้ ส่วนหนึ่ง เพราะการสร้างขีดความสามารถต่อยอดจากฐานเทคโนโลยีเดิมที่มีเป็นระยะเวลายาวนาน การนำแนวคิดนี้ มาใช้จึงมีความเฉพาะตัวด้านบริบททางประวัติศาสตร์

ที่ต่างกันด้วย แต่ข้อจำกัดเชิงคุณภาพดังกล่าว ไม่ใช่เหตุผลที่วันนี้จะไม่ดำเนินการใด ๆ ด้านนวัตกรรมแบบเปิดเลย ดังนั้น ในวันนี้จะนำเสนอแนวทางที่ควรพิจารณาการใช้งานในบริบทประเทศที่มีขีดความสามารถระดับกลางน่าจะดำเนินการได้

การกล่าวว่า เทคโนโลยีทางทหารที่เหนือกว่า หรือคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่เหนือกว่า ถือเป็นการประกันความได้เปรียบและชัยชนะในการทำสงครามได้มากกว่าการครอบครองเทคโนโลยีทางทหารที่ต่ำกว่า ตามหลักการและเหตุผลทั่วไปแล้วอาจไม่มีผิดนัก แต่เมื่อพิจารณาสถานการณ์การใช้งานทางทหารในพื้นที่ขัดแย้งในปี ค.ศ. 2024 คำตอบอาจไม่ตรงไปตรงมาเท่าที่คาดไว้ เพราะมีข้อพิจารณาทางปริมาณ ข้อพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์ ห่วงระยะเวลาที่เข้ามาเกี่ยวข้อง และ “ความเหนือกว่าของเทคโนโลยีที่ต่ำกว่า” หรือ Low Technology Supremacy⁶ ดังเหตุผลต่อไปนี้

แม้ว่าเทคโนโลยีทางทหารในปัจจุบันจะยังคงใช้อาวุธที่มีเทคโนโลยีขั้นสูง แต่ความขัดแย้งในปัจจุบันส่วนใหญ่ไม่ได้จบลงในระยะเวลา 5-7 วัน เหมือนในอดีต เพราะแม้แต่ประเทศที่เหนือกว่าทางทหารก็ยังคงใช้หลักการออมกำลัง (Economy of Force) หรือสงวนไว้ซึ่งยุทธโศปกรณ์ราคาสูงไม่ให้ถูกทำลาย ไม่ให้ถูกแย่งชิง

⁵ การพิจารณากำลังรบเปรียบเทียบกับคุณลักษณะเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณเป็นแนวคิดที่มาจาก Samuel Huntington คุณลักษณะเชิงปริมาณหมายถึง การขยายจำนวนกำลังทหารและยุทธโศปกรณ์ที่มีอยู่ โดยมาจากการใช้ขีดความสามารถทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง เพื่อแปรเปลี่ยนจัดสรรทรัพยากรจากภาคพลเรือนไปสู่ภาคการทหาร ส่วนคุณลักษณะเชิงคุณภาพนั้น หมายถึง การปลดระวางยุทธโศปกรณ์ที่มีอยู่แล้ว แทนที่ด้วยกำลังทหารและยุทธโศปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย และมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นการพัฒนาขีดความสามารถที่มีความเร่งรีบและต่อเนื่องเพื่อความเหนือกว่าทางเทคโนโลยี ไม่เน้นการที่มีอาวุธที่มากกว่า เน้นอาวุธที่คุณภาพดีกว่า สามารถศึกษารายละเอียดได้จาก บดินทร์ สันทิต (2559). ปรากฏการณ์การแข่งขันสะสมอาวุธในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้: กรณีศึกษา ประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย (ดุสิตนิพนธ์ปรัชญาคุณบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

⁶ Brown, E. (2020, September 18). Low-tech supremacy in high-tech warfare. Diplomatic Courier. <https://www.diplomaticcourier.com/posts/low-tech-supremacy-in-high-tech-warfare> บทความนี้แสดงให้เห็นถึงบทบาทของทหารในหน่วยปฏิบัติการพิเศษที่ต้องการเรียกร้องให้มีการพิจารณาความสำคัญของการรักษาความสามารถในการปฏิบัติการในสภาพแวดล้อมที่ถูกจำกัดทางเทคโนโลยี ที่แม้ว่าจะมีการพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารและการควบคุมที่ทันสมัย เช่น ระบบ Advanced Battle Management System (ABMS) แต่บทความชี้ให้เห็นว่าการพึ่งพาเทคโนโลยีมากเกินไปอาจเป็นจุดอ่อนในสถานการณ์ที่เทคโนโลยีล้มเหลว ดังนั้น ทหารหน่วยรบพิเศษ ไม่สามารถละเลยการปฏิบัติการใช้งานทางทหารขั้นพื้นฐาน และควรฝึกฝนและเตรียมพร้อมสำหรับการปฏิบัติการในสภาพแวดล้อมที่ถูกจำกัดทางเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ในสถานการณ์ที่เทคโนโลยีไม่สามารถใช้งานได้

ในสนามรบเพื่อไปศึกษาออกแบบ ด้วยประเทศที่ด้อยกว่า หรือกองทัพใช้งานยุทธโประณ์ราคาต่ำกว่าอย่างไม่คุ้มค่า ซึ่งหมายความว่า ความขัดแย้งในยุคนี้มีองค์ประกอบของการปะทะกันระหว่างเทคโนโลยีขั้นพื้นฐานที่อาจยืดเยื้อเป็นเดือนหรือหลายปีได้ และสิ่งที่กลายเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่สำคัญ ที่อาจชิงความเด็ดขาดของสงครามยืดเยื้อ คือ คุณลักษณะเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับราคาต่อหน่วยของยุทธโประณ์ ที่ต้องกดให้ต่ำที่สุด สายการผลิตต้องยาวนานที่สุด ส่งกำลังบำรุงง่ายที่สุด คงคลังสำรองมากที่สุด ซ่อมบำรุงง่ายที่สุด และยุทธโประณ์นั้นพร้อมที่จะเสียหายหรือสิ้นเปลืองมากที่สุด โดยเสียคามันน้อยที่สุด โดยไม่ต้องมีเทคโนโลยีขั้นสูงที่สุด หรือไม่ต้องแข็งแกร่งทนทานจากการใช้งานมากที่สุด เพื่อให้แต่ละฝ่ายสามารถใช้งานอาวุธขั้นพื้นฐานเหล่านั้นได้อย่างยาวนาน และเมื่อฝ่ายใดหมดกำลัง หรือหมดทรัพยากรก่อน หรือแลงไม่คุ้มที่จะเสีย ฝ่ายนั้นจะพ่ายแพ้ไปในที่สุด

ในสภาวะปัจจุบันนี้ ยุทธโประณ์ทางทหาร เช่น จรวดต่อสู้อากาศยาน (Anti-Tank Guided Missiles) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีมานานแล้ว แต่ราคาถูกกว่ารถถังหลัก 1 คัน และอาวุธต่อสู้อากาศยาน สามารถฝึกใช้งานโดยใครก็ได้ภายใน 30 นาที รถถังหลักก็ถูกยิงด้วยจรวดต่อสู้อากาศยานที่ราคาต่ำกว่าหลายร้อยเท่า อาวุธที่ด้อยกว่า แต่จำนวนมากกว่านี้ กลับกลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การเดินทัพทางบกของรถถังหลักของประเทศมหาอำนาจต้องหยุดชะงัก เนื่องจากรถถังกลายเป็น "เป้าหมายที่มีมูลค่าสูง" (High Valued Targets) ที่เสี่ยงต่อการถูกทำลายได้ง่าย ประเทศมหาอำนาจต้องออกมาล่าช้า เมื่อรถถังหลักไม่สามารถใช้ในการปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศมหาอำนาจจึงจำเป็นต้องหันมาใช้ทหารราบเดินเท้าแทน ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์ที่ช่วยประหยัดกำลังและทรัพยากร แต่การเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์นี้ก็ยังไม่สามารถสร้างความได้เปรียบได้อย่างเต็มที่ เพราะทหารราบเดินเท้าก็ต้องเผชิญกับ อากาศยานไร้คนขับ

(UAV) ซึ่งมีราคาถูกและสามารถทั้งระเบิดราคาถูกได้ ทำให้เกิดอำนาจการทำลายล้างสูงอย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องใช้ทรัพยากรหรือกำลังทหารจำนวนมาก การทิ้งระเบิดจาก UAV ทำให้ทหารราบเดินเท้าต้องหยุดชะงัก นำมาซึ่งความยืดเยื้อที่น่าหวาดกลัว

ด้วยเหตุนี้ ความขัดแย้งที่ยืดเยื้อในยุคปัจจุบันจึงไม่สามารถวัดผลเชิงคุณภาพ ว่าฝ่ายใดมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่สุดหรือมีกำลังทหารที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเพียงอย่างเดียว ในสงครามมีบริบทเชิงคุณภาพมาเกี่ยวข้องมากกว่าที่คิด โดยอาจจะวัดจากฝ่ายที่สามารถครอบครองยุทธโประณ์ที่มีราคาต่อหน่วยต่ำ และมีคงคลังมากพอที่จะสามารถใช้งานได้อย่างยาวนานกว่าฝ่ายตรงข้าม ฝ่ายที่สามารถรักษาความได้เปรียบนี้ได้จะมีโอกาสชนะในสงครามครั้งนั้น รวมทั้งอาจเป็นเรื่องของการใช้เทคโนโลยีราคาถูกมาสร้างความปั่นป่วนทางจิตวิทยา สร้างความสับสน วิดกกังวล กดดันทางการเมืองและสร้างความหวาดหวั่นต่อประชาชนให้แก่ประเทศมหาอำนาจได้ โดยที่จรวดยุทธศาสตร์ข้ามทวีปไม่สามารถทำอะไรได้ เช่น การใช้อากาศยานไร้คนขับมาบินในเมืองหลวงที่ไม่มีใครคาดคิด เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า การประยุกต์ใช้ นวัตกรรมแบบเปิดเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้ประเทศที่มีทรัพยากรจำกัดสามารถพัฒนาอาวุธราคาถูก แต่มีประสิทธิภาพ ในการตอบโต้ในสงครามที่ใช้เวลายืดเยื้อ เช่น อากาศยานไร้คนขับแบบประสมค์ จรวดต่อสู้อากาศยานรถทหารราบขนาดกลาง เรือติดเครื่องยิงลูกระเบิดหรือจรวด และอาวุธราคาถูกอื่น ๆ ที่สร้างมาจากความคิดสร้างสรรค์จากสิ่งที่มีอยู่เดิม อันเป็นขีดความสามารถที่ประเทศเพื่อนบ้านอาจจะไม่มีในครอบครอง หรือไม่รู้ว่ฝ่ายเราจะมีความก่อน ถือเป็นการสร้าง Element of Surprises ที่ไม่สามารถคาดเดา และฝ่ายตรงข้ามไม่มีหลักนิยมการต่อสู้มารองรับภัยคุกคามจากการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาก่อน การใช้นวัตกรรมแบบเปิดไม่จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีขั้นสูงหรืออาวุธราคาแพง

เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถสร้างความเสียหายได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต ในขณะที่ยังคงสร้างผลกระทบทั้งในทางทหารและทางจิตวิทยาได้ด้วย ถือเป็นการใช้ กลยุทธ์สงครามอสมมาตร ที่ยังช่วยให้ ก่อความหรือสร้างความสับสนให้กับฝ่ายตรงข้าม โดยที่ ฝ่ายนั้นไม่สามารถตอบโต้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ ทำให้ความยืดหยุ่นของสงคราม กลายเป็นประโยชน์ ในการรักษาความได้เปรียบในระยะยาว

5. ประโยชน์ของข้อเสนอนวัตกรรมแบบเปิด ที่มีต่อโครงการวิจัยและพัฒนาของ สทป.

โครงการวิจัยและพัฒนาของ สทป. ที่ส่วนใหญ่ ดำเนินการแบบแยกโครงการเดี่ยวที่ละโครงการ สามารถได้รับการยกระดับขนานใหญ่ ด้วยการใช้ นวัตกรรมแบบเปิดนี้ได้ เนื่องจากแนวคิดนี้เน้น การผสมผสานความรู้และทรัพยากรจากแหล่งภายนอก เข้ากับการพัฒนาภายในแห่งโครงการที่แยกเดี่ยว ซึ่งเป็นแนวทางที่มีประโยชน์อย่างมาก เพราะจะสร้าง คุณค่าดังต่อไปนี้

1. การผนวกรวมเทคโนโลยี (Technology Integration) ช่วยให้ สทป. สามารถผนวกเทคโนโลยี ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ในรูปแบบแพ็คเกจ ที่สามารถใช้งานในหลายภารกิจ เช่น การผสมผสานระบบ UAV (ยานพาหนะไร้คนขับ) เข้ากับยานเกราะล้อยาง หรือเรือเนกประสงค์ หรือการพัฒนาระบบจรวด ที่สามารถติดตั้งบนแพลตฟอร์มอื่น ๆ ได้ ซึ่งการรวม เทคโนโลยีเช่นนี้จะเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และสร้างความยืดหยุ่นในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

2. การบริหารทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property) อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะนวัตกรรมแบบ เปิดให้ความสำคัญกับ IP เป็นอย่างมาก โดยเน้นให้ IP ไม่ใช่เพียงแค่เครื่องมือในการป้องกันคู่แข่ง แต่ยังสามารถ ใช้เป็นทรัพยากรเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม สทป. สามารถนำ IP ที่ไม่ได้ใช้ภายในองค์กรไปนำเสนอแก่บริษัทหรือ

องค์กรอื่น ๆ ผ่านการอนุญาตให้ใช้สิทธิ ซึ่งจะช่วยให้ รายได้และเปิดโอกาสในการจับมือกับพันธมิตร ทางเทคโนโลยี โดยเฉพาะเมื่อการบูรณาการเทคโนโลยี เกิดขึ้น เรียกได้ว่า มี IP ใหม่เกิดขึ้น เป็นการยกระดับ โอกาสทำการตลาดให้สูงขึ้น จะทำให้ลิขสิทธิ์ทางปัญญา มีมูลค่าเพิ่มตามปริมาณการขายทันที

3. การลดการทำงานแบบไซโล (Silo) นวัตกรรม แบบเปิดช่วยลดปัญหาการทำงานแยกส่วนหรือไซโล โดยส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และการทำงาน ร่วมกันระหว่างโครงการต่าง ๆ การบูรณาการเทคโนโลยี ต่าง ๆ เข้าด้วยกันจะช่วยให้แต่ละหน่วยงานในสถาบัน เทคโนโลยีป้องกันประเทศสามารถใช้ประโยชน์ จากทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างเต็มที่ ลดความซ้ำซ้อน ในการพัฒนา และสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ตอบสนองต่อ ความต้องการของลูกค้าได้ดีขึ้น

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้กล่าวถึงการนำแนวคิดนวัตกรรม แบบเปิด (Open Innovation) มาใช้ในโครงการวิจัย และพัฒนาของ สทป. โดยยึดหลักการของ Professor Henry Chesbrough ซึ่งมุ่งเน้นให้เกิดการแลกเปลี่ยน ความรู้ทั้งจากภายในและภายนอกองค์กร แตกต่าง จากนวัตกรรมแบบไซโลที่เน้นการพัฒนาเฉพาะภายใน และขาดการบูรณาการระหว่างหน่วยงาน แนวคิด นวัตกรรมแบบเปิดนี้ทำให้ สทป. สามารถผสมผสาน ความรู้จากโครงการต่าง ๆ รวมทั้งขยายขีดความสามารถ ในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่หลากหลายได้ แม้ว่าในบางกรณี สทป. อาจต้องพึ่งพาความร่วมมือ จากหน่วยงานภายนอกหรือพันธมิตรต่างประเทศที่มี เทคโนโลยีที่พัฒนาสำเร็จแล้ว ซึ่งจะช่วยให้ สทป. สามารถ ต่อยอดและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ แนวคิดนี้ยังช่วยให้ สทป. บริหาร จัดการทรัพย์สินทางปัญญา (IP) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีความแตกต่างจาก

ภาคเอกชนในประเทศอย่างชัดเจน เช่น บริษัทเอกชนที่ผลิตยานเกราะล้อยางในประเทศยังไม่สามารถติดตั้งระบบอาวุธหรือระบบ UAV ได้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ซับซ้อนกว่าทำให้ สทป. สามารถใช้ IP เป็นเครื่องมือในการสร้างรายได้และเปิดโอกาสในการร่วมมือกับพันธมิตรในอนาคต

ในขณะเดียวกัน สทป. ยังสามารถสนับสนุนให้บริษัทเอกชนร่วมมือกันบูรณาการเทคโนโลยี โดย สทป. จะเข้ามามีบทบาทในการออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถรวมอุปกรณ์ทางยุทธโปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีของภาคเอกชน และเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ในประเทศ

การนำแนวคิดนวัตกรรมแบบเปิดมาใช้ในโครงการของ สทป. ยังช่วยลดปัญหาการทำงานแบบแยกส่วน (ไซโล) โดยส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความรู้และทรัพยากรระหว่างหน่วยงาน ช่วยให้สามารถพัฒนาอาวุธที่มีต้นทุนต่ำ แต่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้ในสถานการณ์สงครามที่ยืดเยื้อ หรือภายใต้แนวคิด Low Technology Supremacy นอกจากนี้ แนวทางนี้ยังช่วยให้ สทป. สามารถบูรณาการเทคโนโลยีที่มีอยู่เข้าด้วยกันอย่างยืดหยุ่น เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายรองรับทั้งตลาดการป้องกันประเทศและการส่งออก

โดยรวมแล้วการประยุกต์ใช้แนวคิดนวัตกรรมแบบเปิดใน สทป. ช่วยลดความซ้ำซ้อน เพิ่มการมีส่วนร่วมและการเชื่อมโยงความรู้ภายในองค์กร ทำให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าได้ดีขึ้น พร้อมทั้งเปิดช่องทางใหม่ ๆ สำหรับการขยายตลาดและการส่งออกยุทธโปกรณ์ ซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยในเวทีโลก

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] H. W. Chesbrough, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, MA, USA: Harvard Business School Press, 2003.
- [2] J. N. Cummings, S. J. Dokko, and E. E. Zuckerman, "Open innovation in U.S. defense research: The causal impact of bottom-up reforms," National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, USA, Working Paper 28700, May 2021. [Online]. Available: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28700/w28700.pdf
- [3] A. Guillou, "Open innovation in the defence sector," Institut de Relations Internationales et Stratégiques (IRIS), Paris, France, ARES Rep. 60, Jul. 2020. [Online]. Available: <https://www.iris-france.org/wp-content/uploads/2020/07/ARES-60.pdf>
- [4] R. James, "Closing the innovation performance gap: Open innovation in military bureaucracies," *Calif. Manage. Rev.*, vol. 66, no. 3, pp. 116-136, May 2024. [Online]. Available: <https://cmr.berkeley.edu/2024/05/66-3-closing-the-innovation-performance-gap-open-innovation-in-military-bureaucracies/>
- [5] J. Edwards, "Leading innovation in defense: The transformation from closed defense industrial bases to open innovation ecosystems," *Airpower J.*, Apr. 2024. [Online]. Available: theairpowerjournal.com

- [6] “The Army is testing arming its light tactical vehicles with drones,” *The War Zone (TWZ)*, May 14, 2021. [Online]. Available: www.twz.com
- [7] “Enabling drone operations on small boats,” *sUAS News*, Mar. 17, 2021. [Online]. Available: www.suasnews.com
- [8] “Shift in allocating UAS can increase the sensor-to-shooter lethality,” U.S. Army, Fort Novosel, AL, USA, White Paper, Jan. 2023. [Online]. Available: api.army.mil
- [9] “ยานเกราะล้อกะทะ (Steel Wheel Armored Vehicle),” Defence Technology Institute (DTI), 2023. [Online]. Available: www.dti.or.th
- [10] “First-ever flying robot UGV launched,” *Joint Forces News*, Mar. 8, 2022. [Online]. Available: www.joint-forces.com
- [11] “DTI mock-up tank driver simulator,” Defence Technology Institute (DTI) Facebook Page, Jul. 20, 2017. [Online Video]. Available: www.facebook.com. Accessed: Jan. 29, 2026.
- [12] M. Eckstein, “Navy officials reveal details of new \$100M light amphibious warship concept,” *USNI News*, Nov. 19, 2020. [Online]. Available: <https://news.usni.org/2020/11/19/navy-officials-reveal-details-of-new-100m-light-amphibious-warship-concept>
- [13] “DTI virtual reality training system,” Defence Technology Institute (DTI), 2023. [Online]. Available: www.dti.or.th
- [14] “DTI mock-up tank driver simulator,” Defence Technology Institute (DTI) Facebook Page, Jul. 20, 2017. [Online Video]. Available: www.facebook.com. Accessed: Jan. 29, 2026.
- [15] “EOD vehicles,” HOS Technology R&D LTD., 2020. [Online]. Available: <https://www.hosrnd.com/eod-vehicles/>
- [16] “RTN BTR-3E1,” *Thai Defense News*, Feb. 2, 2017. [Online]. Available: <https://thaidefense-news.blogspot.com/2017/02/rtn-btr-3e1.html>
- [17] “Ukrainian ‘Sea Baby’ USV fitted with 122 mm Grad rocket launchers,” *Defense Mirror*, May 22, 2024. [Online]. Available: www.defensemirror.com
- [18] Naval Education Department, Royal Thai Navy. [Online]. Available: rtnakm.com. Accessed: Jan. 29, 2026.
- [19] “Naval combat simulation,” YouTube, May 22, 2017. [Online Video]. Available: www.youtube.com
- [20] *Manual for 60-mm Mortar M2 for Shipboard*, Naval Ordnance Department, Royal Thai Navy, 2019. [Online]. Available: www.ordn.navy.mi.th
- [21] I. H. Baig, “Marines’ new mortar rocket simulator delivers training with no blast,” *Marine Corps Times*, Aug. 28, 2024. [Online]. Available: www.marinecorpstimes.com
- [22] “Simulation of EOD disposal robots such as the PackBot and TALON,” CM Labs Simulations, 2024. [Online Video]. Available: www.cm-labs.com

- [23] “Weapon training simulator system (ระบบเครื่องช่วยฝึกอาวุธ),” *Defence Technology Journal (DTI)*, 2023. [Online]. Available: <https://www.dtechjournal.tech/>
- [24] “Automatic 30mm artillery test (การทดสอบยิงกระสุนปืนใหญ่อัตโนมัติขนาด 30 มม.),” Defence Technology Institute (DTI) Facebook Page, Dec. 24, 2016. [Online Video]. Available: www.facebook.com
- [25] “Naval training and simulation,” YouTube, Nov. 15, 2012. [Online Video]. Available: www.youtube.com